



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 42 942 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
C 03 C 3/093

②① Aktenzeichen: 198 42 942.8
②② Anmeldetag: 18. 9. 1998
④③ Offenlegungstag: 13. 4. 2000

DE 198 42 942 A 1

⑦① Anmelder:
Schott Glas, 55122 Mainz, DE

⑦② Erfinder:
Kunert, Christian, 55118 Mainz, DE; Brix, Peter, Dr.,
55116 Mainz, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:

DE	195 36 708 C1
DE	44 30 710 C1
DE	42 30 607 C1
DE	37 22 130 A1
DD	3 01 821 A7

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Borosilicatglas hoher chemischer Beständigkeit und dessen Verwendung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft zirconiumoxid- und lithiumoxid-haltige Borosilicatgläser hoher chemischer Beständigkeit mit einer Zusammensetzung (in Gew.-% auf Oxidbasis) von 71- < 73 SiO₂; 7-10 B₂O₃; 6-9 Al₂O₃; 0,5-2 Li₂O; 0-10 Na₂O; 0-10 K₂O mit 0,5-10,5 R₂O; 0-2 MgO; 0-3 CaO; 0-3 SrO; 0-3 BaO; 0-3 ZnO mit 0-3 RO; 0,8-3 ZrO₂; 0-1 CeO₂; 0-1 CeO₂. Mit ihren thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20/300}$ von $5,2 \times 10^{-6}/K$ bis $5,7 \times 10^{-6}/K$ bis $5,7 \times 10^{-6}/K$ sind die Gläser besonders für die Verwendung als Verschmelzglas für Fe-Co-Ni-Legierungen geeignet.

DE 198 42 942 A 1

Die Erfindung betrifft ein zirkoniumoxid- und lithiumoxidhaltiges Borosilicatglas hoher chemischer Beständigkeit sowie dessen Verwendung.

- 5 Für Glas-Metall-Verschmelzungen, die in chemisch korrosiver Umgebung, z. B. im Chemieanlagen- oder Reaktoren-
bau, eingesetzt werden, werden Gläser benötigt, die eine sehr hohe Beständigkeit sowohl gegenüber sauren als auch ge-
genüber alkalischen Medien aufweisen. Zudem müssen solche Einschmelzgläser in ihrem thermischen Ausdehnverhal-
ten an die verwendeten chemisch hochbeständigen Metalle bzw. Legierungen angepaßt sein. Dabei ist es erwünscht, daß
10 der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient nahe bei bzw. geringfügig unter dem des einzuschmelzenden Metalls
liegt, damit sich im Glas beim Abkühlen der Verschmelzung Druckspannungen aufbauen, die zum einen eine hermeti-
sche Abdichtung garantieren und zum anderen den Aufbau von Zugspannungen im Glas, welche das Auftreten von
Spannungsrißkorrosion fördern würden, verhindern. Bei der Verwendung von Fe- Ni- Co-Legierungen, z. B. Vacon® 11
mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20/300}$ von $5,4 \times 10^{-6}/K$, oder Zirkonium ($\alpha_{20/300} = 5,9 \times 10^{-6}/K$) oder
Zirkoniumlegierungen werden als Einschmelzgläser für Glas-Metall-Verschmelzungen Gläser mit einem Ausdehnungs-
15 koeffizienten $\alpha_{20/300}$ zwischen $5,2$ und $5,7 \times 10^{-6}/K$ benötigt.

- Ein wesentlicher Parameter zur Charakterisierung der Verarbeitbarkeit eines Glases ist die Verarbeitungstemperatur
 V_A , bei der die Viskosität des Glases 10^4 dPa · s beträgt. Sie soll niedrig sein, da bereits geringfügige V_A -Erniedrigungen
zu einer deutlichen Senkung der Herstellkosten führen, da die Schmelztemperaturen abgesenkt werden können. Darüber
20 hinaus ist auch bei der Herstellung der Glas-Metall-Verschmelzung ein möglichst niedriger V_A von Vorteil, da dann eine
Überhitzung der zu verschmelzenden Teile vermieden werden kann, weil entweder bei niedrigerer Temperatur oder in
kürzerer Zeit verschmolzen werden kann. Schließlich kann bei der Verwendung von Gläsern mit niedrigerem V_A vermie-
den werden, daß es durch Verdampfung und Rückkondensation von Glaskomponenten zu einer Störung der Verschmel-
zung und im ungünstigsten Fall zu undichten Verschmelzungen kommt. Weiter ist auch das Verarbeitungsintervall eines
Glases, d. h. die Temperaturdifferenz von der Verarbeitungstemperatur V_A bis zur Erweichungstemperatur E_w , der Tem-
25 peratur, bei der die Viskosität des Glases $10^{7,6}$ dPa · s beträgt, wesentlich. Der Temperaturbereich, in dem ein Glas ver-
arbeitet werden kann, wird auch als "Länge" des Glases bezeichnet.

In der Patentliteratur sind bereits Gläser beschrieben, die hohe chemische Beständigkeiten aufweisen, jedoch nicht in
Kombination mit dem gewünschten Ausdehnungskoeffizienten bei gleichzeitig niedriger Verarbeitungstemperatur.

- Die Patentschrift DE 42 30 607 C1 stellt chemisch hoch resistente Borosilicatgläser vor, die mit Wolfram verschmelz-
30 bar sind. Sie besitzen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20/300}$ von höchstens $4,5 \times 10^{-6}/K$.

Auch die in der Offenlegungsschrift DE 37 22 130 A1 beschriebenen Borosilicatgläser und die in der Patentschrift
DD 301 821 A7 beschriebenen zirkonhaltigen Borosilicatgläser besitzen eine für die Verschmelzung mit den genannten
hoch beständigen Metallen zu niedrige Dehnung von höchstens $5,0 \times 10^{-6}/K$ bzw. $5,2 \times 10^{-6}/K$.

- Die Gläser der Patentschrift DE 44 30 710 C1 weisen einen hohen SiO_2 -Anteil, nämlich >75 Gew.-% und >83 Gew.-%
35 % $SiO_2 + B_2O_3$ in Verbindung mit einem Gewichtsverhältnis $SiO_2/B_2O_3 >8$, und wenig Al_2O_3 auf, was sie zwar che-
misch hoch beständig macht jedoch zu nachteilig hohen Verarbeitungstemperaturen führt.

- Auch die Gläser der Patentschrift DE 195 35 708 C1 sind aufgrund ihres hohen SiO_2 -Gehaltes chemisch hoch bestän-
dig, weisen jedoch ebenfalls unvorteilhaft hohe Verarbeitungstemperaturen und niedrige Wärmedehnungen auf. Zudem
wird eine Abnahme der Laugenbeständigkeit mit sinkendem SiO_2/B_2O_3 -Verhältnis, also auch mit sinkendem SiO_2 -Ge-
40 halt, beschrieben.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung, ein Glas zu finden, das die genannten hohen Anforderung sowohl an die chemische
Beständigkeit als auch an die Verarbeitbarkeit erfüllt und das einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten besitzt, der
ausreichend dichte Verschmelzungen mit den genannten Metallen und Legierungen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch das in Patentanspruch 1 beschriebene Glas gelöst.

- 45 Das erfindungsgemäße Glas unterscheidet sich von den bekannten chemisch hoch beständigen Gläsern durch einen
niedrigen SiO_2 -Gehalt von 71 bis <73 Gew.-%, bevorzugt nur bis 72,5 Gew.-%. Es war völlig überraschend, daß Gläser
mit so wenig SiO_2 sowohl eine so hohe Säurebeständigkeit als auch eine so hohe Laugenbeständigkeit besitzen, daß sie
jeweils der ersten Beständigkeitsklasse angehören, da man bisher davon ausging, daß bei Absenken des SiO_2 -Gehaltes
keine so guten Beständigkeiten erreicht werden können. Der relativ niedrige SiO_2 -Gehalt wirkt sich vorteilhaft auf die
50 gewünschten Eigenschaften niedrige Verarbeitungstemperatur und relativ hoher thermischer Ausdehnungskoeffizient aus.

- Das erfindungsgemäße Glas enthält wenigstens 5,5 Gew.-%, bevorzugt wenigstens 6 Gew.-%, besonders bevorzugt
wenigstens 6,5 Gew.-%, und höchstens 9 Gew.-%, bevorzugt höchstens 8,5 Gew.-%, Al_2O_3 . Durch diese verhältnismä-
ßig hohen Gehalte ist das Glas sehr kristallisationsstabil, was die großtechnische Herstellung erleichtert. Bei höheren Ge-
halten würde jedoch lediglich die Schmelztemperatur steigen, ohne daß die Kristallisationsbeständigkeit weiter verbes-
55 sert würde.

Das Glas enthält 7 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise wenigstens 7,5 Gew.-%, B_2O_3 zur Erniedrigung der Schmelztempe-
ratur bei gleichzeitiger Verbesserung der chemischen Beständigkeit. Während bei niedrigeren Gehalten die Schmelztem-
peratur nicht weit genug abgesenkt würde, würde bei höheren Gehalten die Säurebeständigkeit verschlechtert.

- Das gleichzeitige Vorhandensein von Li_2O (0,5 bis 2 Gew.-%, bevorzugt bis 1,5 Gew.-%, besonders bevorzugt 0,7 bis
60 1,4 Gew.-%) und ZrO_2 (wenigstens 0,8 Gew.-%, bevorzugt wenigstens 0,9 Gew.-%, höchstens 3 Gew.-%, bevorzugt
höchstens 2 Gew.-%) trägt wesentlich zur hervorragenden chemischen Beständigkeit bei, wobei insbesondere ZrO_2 zur
Verbesserung der Laugenbeständigkeit führt. Der Li_2O -Anteil wirkt dabei einer durch ZrO_2 hervorgerufenen Anhebung
der Schmelz- und Verarbeitungstemperaturen entgegen. Bei einem Li_2O -Gehalt über 2 Gew.-% würde zwar die
Schmelztemperatur sinken, die hydrolytische Beständigkeit sich jedoch verschlechtern und würde das Glas verteuert.
65 Bei einem ZrO_2 -Gehalt von mehr als 3 Gew.-% würden die Schmelz- und Verarbeitungstemperaturen zu sehr ansteigen.
Außerdem steigt mit hohen ZrO_2 -Gehalten die Gefahr von Glasfehlern, da möglicherweise Partikel des schwerlöslichen
 ZrO_2 -Rohstoffes unaufgeschmolzen bleiben und ins Produkt gelangen.

Die weiteren Alkalioxide Na_2O und K_2O können jeweils mit bis zu 10 Gew.-% vorhanden sein und dienen dann eben-

falls zur Senkung der Schmelz- und Verarbeitungstemperatur. Dabei soll der Gesamtalkaligehalt ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 10,5 Gew.-% nicht überschreiten, da insbesondere die hydrolytische Beständigkeit abnehmen würde. Bevorzugt ist der Gehalt der stets fakultativen Komponente K_2O auf 6 Gew.-%, besonders bevorzugt auf 4 Gew.-% beschränkt. Na_2O ist bevorzugt mit 3 bis 7,5 Gew.-%, ganz besonders bevorzugt mit 3,5 bis 7,2 Gew.-% vorhanden.

Dabei beträgt die Summe der drei Alkalioxide in bevorzugter Ausführung 3,5 bis 10,5 Gew.-% und in besonders bevorzugter Ausführung 7 bis 9,5 Gew.-%.

Als weitere Komponenten kann das Glas die zweiwertigen Oxide MgO mit 0–2 Gew.-%, bevorzugt 0–1 Gew.-%, CaO mit 0–3 Gew.-%, vorzugsweise 0–2 Gew.-%, SrO mit 0–3 Gew.-%, BaO mit 0–3 Gew.-% und ZnO mit 0–3 Gew.-%, vorzugsweise 0–1 Gew.-%, enthalten. Diese Komponenten variieren die "Länge des Glases", also den Temperaturbereich, in dem das Glas verarbeitbar ist. Durch die unterschiedlich stark netzwerkumwandelnde Wirkung dieser Komponenten kann durch den Austausch dieser Oxide gegeneinander das Viskositätsverhalten an die Anforderungen des jeweiligen Herstellungs- und Verarbeitungsverfahrens angepaßt werden. Außerdem verbessern insbesondere CaO und ZnO die Säurebeständigkeit. Die Summe aus den Erdalkalioxiden und ZnO soll zwischen 0 und 3 Gew.-% betragen, da bei höheren Gehalten die Entglasungsneigung steigen kann. In bevorzugter Ausführung ist das Glas SrO -, BaO - und ZnO -frei und enthält 0,5–2 Gew.-% CaO bei 0–1 Gew.-% MgO , wobei die Summe aus CaO und MgO ebenfalls 0,5–2 Gew.-% beträgt.

Weiter kann das Glas farbgebende Komponenten, bevorzugt Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , CoO , mit jeweils bis zu 1 Gew.-% enthalten, wobei auch die Summe dieser Komponenten 1 Gew.-% nicht überschreiten soll. Das Glas kann auch bis zu 3 Gew.-% TiO_2 enthalten. Diese Komponente wird bevorzugt dann eingesetzt, wenn bei speziellen Einsatzgebieten des Glases eine Beschädigung einer Glas-Metall-Verschmelzung durch UV-Strahlung oder die Freisetzung von UV-Strahlung verhindert werden soll.

Das Glas kann bis zu 1 Gew.-% CeO_2 enthalten. In niedrigen Konzentrationen wirkt CeO_2 als Läutermittel, in höheren Konzentrationen verhindert es die Verfärbung des Glases durch radioaktive Strahlung. Mit einem solchen CeO_2 -haltigen Glas ausgeführte Verschmelzungen können daher auch nach radioaktiver Belastung noch visuell auf eventuelle Beschädigungen wie Risse oder Korrosion des Leitungsdrahtes kontrolliert werden. Noch höhere CeO_2 -Konzentrationen verteuern das Glas und führen zu einer unerwünschten gelbbraunlichen Eigenfärbung. Für Verwendungen, bei denen die Fähigkeit, durch radioaktive Strahlung bedingte Verfärbungen zu vermeiden, nicht wesentlich ist, ist ein CeO_2 -Gehalt zwischen 0 und 0,3 Gew.-% bevorzugt.

Das Glas kann mit üblichen Läutermitteln wie As_2O_3 , Sb_2O_3 , dem bereits erwähnten CeO_2 , NaCl , CaF_2 oder NaF geläutert werden, die in üblichen Mengen, d. h. je nach Menge und verwendetem Typ des Läutermittels in Mengen von 0,05 bis 1 Gew.-%, im fertigen Glas anzutreffen sind.

Beispiele

Es wurden acht Beispiele erfindungsgemäßer Gläser aus üblichen Rohstoffen erschmolzen.

Die Gläser wurden folgendermaßen hergestellt: Die Rohstoffe wurden abgewogen und gründlich gemischt. Das Glasgemenge wurde bei ca. 1620°C eingeschmolzen und anschließend in Stahlformen gegossen.

In Tabelle 1 sind die jeweilige Zusammensetzung (in Gew.-% auf Oxidbasis), der thermische Ausdehnungskoeffizient $\alpha_{20/300}$ [$10^{-6}/\text{K}$], die Transformationstemperatur T_g [°C], die Erweichungstemperatur E_w , die Verarbeitungstemperatur V_A [°C], die Dichte [g/cm^3] und die Hydrolytische, die Säure- und die Laugenbeständigkeit der Gläser angegeben.

Die chemischen Beständigkeiten wurden folgendermaßen bestimmt:

- die Hydrolytische Beständigkeit H nach DIN ISO 719. Angegeben ist jeweils das Basenäquivalent des Säureverbrauchs als $\mu\text{g Na}_2\text{O}/\text{g Glasgrieß}$. Der maximale Wert für ein chemisch hoch resistentes Glas der Hydrolytischen Klasse 1 sind 31 $\mu\text{g Na}_2\text{O}/\text{g}$.
- die Säurebeständigkeit S nach DIN 12116. Angegeben ist jeweils der Gewichtsverlust in mg/dm^2 . Der maximale Abtrag für ein säurebeständiges Glas der Säureklasse 1 sind 0,70 mg/dm^2 .
- Die Laugenbeständigkeit L nach DIN ISO 695. Angegeben ist jeweils der Gewichtsverlust in mg/dm^2 . Der maximale Abtrag für ein Glas der Laugenklasse 1 (schwach laugenlöslich) beträgt 75 mg/dm^2 .

Die Anforderungen der jeweiligen Klasse 1 sind bei den erfindungsgemäßen Gläsern erfüllt. Mit $H = 1$, $S = 1$ und $L = 1$ weisen sie hervorragende chemische Beständigkeiten auf.

Ihre niedrigen Verarbeitungstemperaturen V_A von höchstens 1175°C charakterisieren ihre gute Verarbeitbarkeit.

Damit sind die erfindungsgemäßen Gläser hervorragend geeignet für alle Anwendungszwecke, bei denen chemisch hoch beständige Gläser benötigt werden, z. B. für Laboranwendungen, für Chemieanlagen, beispielsweise als Rohre, und für Behälter für medizinische Zwecke, für Pharmaprimärpackmittel wie Ampullen oder Fläschchen. Auch als Mantelglas für Glasfasern sind sie sehr gut geeignet.

Die Gläser besitzen einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten $\alpha_{20/300}$ zwischen 5,2 und $5,7 \times 10^{-6}/\text{K}$. Damit ist ihre lineare Ausdehnung gut an die von Fe-Co-Ni-Legierungen, z. B. Vacon®11 ($\alpha_{20/300} = 5,4 \times 10^{-6}/\text{K}$), und an Zirkonium ($\alpha_{20/300} = 5,9 \times 10^{-6}/\text{K}$) angepaßt, und die Gläser sind für Glas-Metall-Verschmelzungen mit diesen chemisch hoch beständigen Metallen bzw. Legierungen geeignet. Mit ihrer eigenen hohen chemischen Beständigkeit sind sie daher besonders geeignet für Glas-Metall-Verschmelzungen, die in chemisch korrosiver Umgebung eingesetzt werden, z. B. im Chemieanlagen- oder Reaktorenbau, oder auch als Druckschaugläser, Gläser für Schaufenster in Stahldruckgefäßen, in denen auch chemisch aggressive Substanzen unter Druck gehalten werden.

Zur Verdeutlichung der guten Anpassung der erfindungsgemäßen Gläser an Kontaktmaterialien, d. h. an Materialien, insbesondere Metalle, die für elektrische Kontakte und Leitungen in Glas-Metall-Durchführungen und -Verschmelzungen eingesetzt werden, zeigt Abb. 1 die Spannung in einer Verschmelzung zwischen dem Glas Nr. 6 (s. Tabelle 1) und Vacon®11, einer Legierung aus 29% Ni, 18% Co, Rest Fe, in Abhängigkeit von der Temperatur. Dabei wird zur Charakterisierung der Spannung einer Verschmelzung die Spannungsdoppelbrechung von Glas ausgenutzt, also die Tatsache,

daß Glas unter Zug- oder Druckbelastung sein Brechungsverhalten ändert. Meßgröße, angegeben in nm/cm, ist der Gangunterschied, der zwischen einem polarisierten Lichtstrahl, der durch die zu untersuchende Probe gedrungen ist, und einem Referenzstrahl auftritt. Dabei bedeuten negative Zahlenwerte Druckspannungen. Bei einer solchen Verschmelzung ist erwünscht, daß im Glas Druckspannungen und keine oder nur geringe Zugspannungen auftreten. Dies ist in der dargestellten Verschmelzung bis ca. 450°C erfüllt. Somit treten auch beim Einsatz der Verschmelzung bis 450°C keine für das Glas schädliche Zugspannungen auf, die zu einer Beschädigung der Verschmelzung führen könnten.

Tabelle 1

Zusammensetzungen (in Gew.-% auf Oxidbasis) erfindungsgemäßer Gläser und wesentliche Eigenschaften der Gläser

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO₂	71,00	71,00	71,00	71,24	71,75	71,75	72,50	72,50
B₂O₃	9,80	9,12	10,00	8,62	9,45	8,90	7,50	8,65
Al₂O₃	7,36	6,19	6,37	8,50	7,50	7,00	8,20	7,50
Li₂O	1,20	1,20	1,00	1,00	0,70	1,30	1,40	1,20
Na₂O	4,44	3,92	4,60	7,16	6,05	5,45	6,84	5,78
K₂O	2,50	4,00	3,50	—	1,60	1,60	0,36	1,88
MgO	—	1,00	—	—	—	—	—	—
CaO	1,80	1,58	1,80	1,48	1,80	1,80	1,19	0,50
ZrO₂	1,91	2,00	1,73	2,00	0,95	2,00	2,00	2,00
CeO₂	—	—	—	—	0,20	0,20	—	—
α_{20/300} [10⁻⁶/K]	5,22	5,51	5,50	5,50	5,44	5,42	5,60	5,41
T_g [°C]	544	543	549	547	551	540	538	543
E_w [°C]	771	771	767	766	787	765	761	771
V_A [°C]	1166	1168	1156	1155	1167	1144	1151	1170
ρ [g/cm³]	2,37	2,30	2,38	2,39	2,37	2,38	2,39	2,38
H [μg Na₂O/g]	10	13	10	12	12	10	12	8
S [mg/dm²]	0,63	0,61	0,55	0,60	0,60	0,60	0,47	0,62
L [mg/dm²]	65	55	65	55	71	62	49	54

Patentansprüche

1. Zirkoniumoxid- und lithiumoxidhaltiges Borosilicatglas hoher chemischer Beständigkeit, **gekennzeichnet durch eine Zusammensetzung (in Gew.-% auf Oxidbasis) von:**

SiO ₂	71–<73
B ₂ O ₃	7–10
Al ₂ O ₃	5,5–9
Li ₂ O	0,5–2
Na ₂ O	0–10
K ₂ O	0–10
mit Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	0,5–10,5
MgO	0–2
CaO	0–3
SrO	0–3
BaO	0–3
ZnO	0–3
mit MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0–3
ZrO ₂	0,8–3
CeO ₂	0–1

sowie ggf. übliche Läutermittel in üblichen Mengen.

2. Borosilicatglas nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Zusammensetzung (in Gew.-% auf Oxidbasis) von:

SiO ₂	71-73	
B ₂ O ₃	7-10	5
Al ₂ O ₃	6-8,5	
Li ₂ O	0,5-1,5	
Na ₂ O	3-7,5	
K ₂ O	0-6	
mit Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	3,5-10,5	10
MgO	0-2	
CaO	0-2	
SrO	0-3	
BaO	0-3	
ZnO	0-3	15
mit MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-3	
ZrO ₂	0,9-2	
CeO ₂	0-1	

20

sowie ggf. übliche Läutermittel in üblichen Mengen.

3. Borosilicatglas nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Zusammensetzung (in Gew.-% auf Oxidbasis) von:

SiO ₂	71-72,5	25
B ₂ O ₃	7,5-10	
Al ₂ O ₃	6-8,5	
Li ₂ O	0,5-1,5	
Na ₂ O	3-7,5	
K ₂ O	0-4	30
mit Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	3,5-10,5	
MgO	0-2	
CaO	0-3	
SrO	0-3	
BaO	0-3	35
ZnO	0-1	
mit MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-3	
ZrO ₂	0,9-2	
CeO ₂	0-1	40

sowie ggf. übliche Läutermittel in üblichen Mengen.

4. Borosilicatglas nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine Zusammensetzung (in Gew.-% auf Oxidbasis) von:

SiO ₂	71-72,5	45
B ₂ O ₃	7,5-10	
Al ₂ O ₃	6,5-8,5	
Li ₂ O	0,7-1,4	
Na ₂ O	3,5-7,2	50
K ₂ O	0-4	
mit Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	7-9,5	
MgO	0-1	
CaO	0,5-2	
mit MgO + CaO	0,5-2	55
ZrO ₂	0,9-2	
CeO ₂	0-0,3	

sowie gegebenenfalls übliche Läutermittel in üblichen Mengen.

60

5. Borosilicatglas nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es zusätzlich enthält (in Gew.-% auf Oxidbasis):

Fe ₂ O ₃ + Cr ₂ O ₃ + CoO	0-1	
TiO ₂	0-3	65

6. Borosilicatglas nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten

$\alpha_{20/300}$ zwischen $5,2$ und $5,7 \times 10^{-6}/K$ und einer Verarbeitungstemperatur V_A von höchstens $1175^\circ C$.

7. Verwendung des Borosilicatglases nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6 als Verschmelzglas für Fe- Co- Ni-Legierungen.

8. Verwendung des Borosilicatglases nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6 als Geräteglas für Laboranwendungen und für den Chemieanlagenbau.

9. Verwendung des Borosilicatglases nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6 als Pharmaprimärpackmittel, z. B. als Ampullenglas.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Abbildung 1

Verschmelzspannung zwischen Beispiel 6 und Vacon® 11

